Attention: rayonnement laser!

La présente publication fournit des informations sur les particularités et les dangers du rayonnement laser, les exigences de sécurité et de santé relatives aux appareils à laser ainsi que les obligations de leurs utilisateurs et des personnes responsables de leur mise en circulation.



La présente publication permet de se familiariser avec la problématique de la sécurité des lasers. Il se peut que les explications et les interprétations proposées ne couvrent pas toujours la totalité des situations rencontrées en pratique. En cas de doute, il convient d'appliquer les prescriptions de sécurité indiquées dans les textes normatifs mentionnés au chap. 9. N'hésitez pas à faire part de vos remarques et suggestions à l'auteur!

Suva
Sécurité au travail

Renseignements
Case postale, 1001 Lausanne
Tél. 021 310 80 40 – 42
Fax 021 310 80 49

Commandes
Case postale, 6002 Lucerne
www.suva.ch/waswo-f
Fax 041 419 59 17
Tél. 041 419 58 51

Attention: rayonnement laser!
Feuillet d'information sur les lasers

Auteur
Bruno J. Müller, secteur physique

Reproduction autorisée, sauf à des fins commerciales, avec mention de la source.

1re édition: avril 1992
Edition revue et corrigée: juin 2008
10e édition: mars 2010

Référence
66049.f

Le modèle Suva

- La Suva est mieux qu'une assurance: elle regroupe la prévention, l'assurance et la réadaptation.
- La Suva est gérée par les partenaires sociaux. La composition équilibrée de son Conseil d'administration, constitué de représentants des employeurs, des travailleurs et de la Confédération, permet des solutions consensuelles et pragmatiques.
- Les excédents de recettes de la Suva sont restitués aux assurés sous la forme de primes plus basses.
- La Suva est financièrement autonome et ne perçoit aucune subvention de l'Etat.

Principes

Les personnes responsables de la mise en circulation des appareils à laser sont légalement tenues d'indiquer les dangers inhérents à leurs produits. Avant la première mise en service des appareils, les utilisateurs doivent avoir lu attentivement la notice d'instructions et les consignes de sécurité s'y rapportant.

Conformément aux dispositions légales en vigueur, les entreprises sont tenues de prendre toutes les mesures requises en matière de sécurité et de protection de la santé au travail, de les consigner et de procéder au contrôle périodique de leur mise en œuvre.

Sommaire

1 Risques

1.1 Risques potentiels des différentes classes laser

La notion de **laser** ne décrit pas les risques particuliers des appareils émettant des faisceaux électromagnétiques cohérents. Les risques potentiels variant énormément d'une installation à l'autre, la norme internationale sur les lasers recommande une classification permettant d'identifier instantanément le niveau de risque potentiel des différents types de laser. Plus le chiffre de la classe est élevé, plus le risque est important.

Classe 1	inoffensif en fonctionnement normal	aucune mesure nécessaire
Classe 1M	inoffensif sans instruments optiques	mettre en garde les personnes qui emploient des instruments optiques
Classe 2	inoffensif pour des temps d'exposition courts	ne pas regarder volontairement dans le faisceau, ne pas diriger le faisceau vers des visages
Classe 2M	sans instruments optiques: comme classe 2	mettre en garde les personnes qui emploient des instruments optiques
Classe 3A	abrogée	à considérer comme les classes 1M ou 2M
Classe 3R	risque réduit	ne laisser utiliser que par du personnel formé à cet effet
Classe 3B[2]	rayonnement direct dangereux pour l'œil, rayonnement diffusé non dangereux	nommer un responsable de sécurité laser, délimiter physiquement la zone d'utilisation, contrôler son accès, signaler la présence de lasers à l'entrée, ne laisser utiliser que par du personnel formé à cet effet, porter év. des lunettes de protection
Classe 4[2]	rayonnement dangereux pour les yeux et la peau, rayonnement diffusé év. dangereux pour l'œil, risque d'incendie	mêmes mesures que pour la classe 3B, porter év. des équipements de protection supplémentaires pour certaines parties du corps

1.2 Niveau de risque des systèmes de télécommunication par fibres optiques

En fonctionnement normal, les systèmes de télécommunication par fibres optiques sont des systèmes fermés, et par conséquent des lasers de classe 1. En raison de l'importance de l'extension des systèmes, les différents composants ne peuvent pas être globalement attribués à la classe 1 selon la norme EN 60825-2. Ils sont subdivisés en sept niveaux de risque en fonction de la dangerosité du rayonnement accessible lorsqu'on ouvre par exemple une connexion ou que l'on coupe un câble.

Niveau de risque 1	totalement inoffensif, même avec une fibre ouverte
Niveau de risque 1M	en cas de fibre ouverte, identique à la classe 1M
Niveau de risque 2	en cas de fibre ouverte, identique à la classe 2
Niveau de risque 2M	en cas de fibre ouverte, identique à la classe 2M
Niveau de risque 3R	en cas de fibre ouverte, identique à la classe 3R
Niveau de risque 3B	en cas de fibre ouverte, identique à la classe 3B, donc dangereux
Niveau de risque 4	en cas de fibre ouverte, identique à la classe 4, donc très dangereux

Informations complémentaires: voir point 4.8.

[1] En fonctionnement normal, l'utilisation des lasers de classe 1 doit pouvoir s'effectuer sans dangers sans nécessiter aucune instruction particulière. En revanche, si la sécurité des personnes séjournant près d'un appareil exige une instruction spéciale, l'installation ne sera pas attribuée à la classe 1, mais son innocuité sera précisée de manière concrète. Exemple: «Absence de dangers liés aux rayonnements dans la zone marquée».

[2] Le laser doit être équipé d'un interrupteur à clé et d'un connecteur permettant le raccordement à un circuit de surveillance externe. La marche du laser doit être asservie au raccordement de ce circuit.

2 Norme internationale sur les lasers

De même que les équipements et appareils techniques, les lasers doivent remplir les objectifs de protection figurant dans les prescriptions nationales légales correspondantes. La norme internationale sur les lasers CEI 60825-1 et ses compléments expliquent en détail comment atteindre les objectifs de protection relatifs aux appareils à laser. L'édition française de la norme sur les lasers est la norme EN 60825-1:2000: «Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels – Prescriptions et guide de l'utilisateur». Cette norme est régulièrement complétée, d'où les extensions Partie 2, Partie 3, Partie 4, etc. En février 2004, la Partie 3 de la norme CEI 60825-14 (disponible uniquement en anglais) a été complétée par un guide de l'utilisateur. Pour les systèmes de transmission de données par fibres optiques, il convient également d'appliquer les recommandations de sécurité indiquées dans la norme 60825-2 «Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques».

Au chap. 9, vous trouverez une liste des normes internationales et des prescriptions de sécurité nationales actuellement en vigueur.

Remarque: une nouvelle édition de la norme sur les lasers a été publiée au début du mois de mai 2007, à savoir la norme CEI 60825-1:2007 «Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences».

3 Obligations des personnes responsables de la mise en circulation

De nombreux produits étant fabriqués ou achetés à l'étranger, ce n'est pas aux fabricants mais aux personnes responsables de la mise en circulation des lasers qu'il appartient de veiller à ce que les produits soient conformes aux prescriptions nationales de sécurité. Par «personnes responsables de la mise en circulation» on entend les fabricants, les importateurs, les commerçants, les fournisseurs, les vendeurs et les loueurs ou les utilisateurs eux-mêmes lorsque ceux-ci importent directement.

Les appareils à laser présentent des risques inhabituels et souvent invisibles. Les utilisateurs sont en droit d'attendre que les personnes responsables de mise en circulation les informent en conséquence et déclarent les situations non dangereuses. Les personnes responsables de la mise en circulation sont tenues de faire cette déclaration en vertu de la loi.

3.1 Classification

Classification obligatoire: les personnes responsables de la mise en circulation des lasers ne peuvent remettre des produits aux utilisateurs qu'après les avoir attribués à l'une des sept classes définies dans la norme sur les appareils à laser (dans le cas contraire, les utilisateurs seraient tenus de respecter strictement les règles de la classe 4). Cette obligation ne s'applique pas aux modules qui doivent être intégrés dans des systèmes pour pouvoir fonctionner.

Selon le type de milieu actif et la source de pompage, le laser peut émettre de façon continue (= émission continue = cw = continuous wave, c.-à-d. pour une durée d'émission > 0,25 s), pulsée ou pulsée répétitivement, ou émettre son énergie sous forme d'impulsion géante. Ces paramètres sont pris en considération lors de la classification des appareils à laser. Le guide de classification des appareils à laser constitue ainsi l'un des principaux éléments de la norme sur les appareils à laser EN 60825-1. A ce sujet, il peut également s'avérer utile de consulter

certains ouvrages techniques tels que **Laser Safety** de Roy Henderson et Karl Schulmeister, paru en anglais aux éditions Taylor & Francis.
Les méthodes de mesure utilisées pour la classification doivent également respecter la norme CEI/TR 60825-13:2006 (disponible uniquement en anglais).

Valeurs limites de référence pour la classe 1

Les valeurs limites figurant ci-dessous peuvent être calculées à l'aide du tableau 1 de la norme sur les lasers et des diamètres du diaphragme de mesure prescrits pour les différentes gammes de longueurs d'onde. Ces calculs servent à évaluer les lasers qui émettent des rayons parallèles en mode continu. La durée d'exposition à considérer pour l'émission continue est de 30000 s dans la gamme UV et de 100 s en dehors de cette gamme. Pour rester dans la classe 1 tout en ayant un maximum de puissance, il faut calculer la limite d'émission accessible (LEA) en tenant compte des paramètres du laser évalué.
Remarque: la puissance du rayonnement du laser peut être supérieure aux valeurs mentionnées si le diamètre du faisceau dépasse celui du diaphragme prescrit.

UV (315–400 nm)	7,9 μW	
Violet-bleu (400–450 nm)	40 μW	
Vert-jaune-rouge (500–700 nm)	0,4 mW	
810 nm	0,6 mW	par ex. diode laser de forte puissance
1064 nm	2,1 mW	par ex. laser Nd-YAG
1380 nm	16 mW	par ex. système de télécommunication par fibres optiques
1400–4000 nm	10 mW	(puissance plus petite en raison de l'ouverture différente prescrite)
4000 nm–1 mm	80 mW	par ex. laser à CO_2 (diamètre du faisceau: 1 cm)

Les valeurs et les conditions ci-dessus figurent aussi dans l'annexe D de l'ouvrage de R. Henderson et K. Schulmeister. Dans le cas des systèmes de télécommunication par fibres optiques, la puissance est indiquée non pas en mW, mais en dBm (1 mW = 0 dBm). Le tableau D.1 de la norme EN 60825-2 indique les valeurs limites en vigueur depuis 2001 pour les six niveaux de risque 1 à 3B.

Lasers de classe 1 à rayonnement dangereux

Certains lasers qui émettent un rayonnement dangereux figurent dans la classe 1. Un capot de protection doit alors empêcher qu'un rayonnement dangereux, (c.-à-d. supérieur à la valeur limite de la classe 1) soit émis et devienne accessible en fonctionnement normal (voir note 1, p. 6).

3.2 Etiquetage

Avant de livrer, les responsables de la mise en circulation des lasers doivent étiqueter les appareils conformément aux prescriptions figurant dans la norme sur les appareils à laser. L'étiquetage requis comprend au moins:

– une plaque d'avertissement (sauf pour la classe 1)
– une plaque indicatrice avec texte d'avertissement correspondant (à partir de la classe 1M)
– une plaque signalétique
– une plaque d'identification

La plaque signalétique doit indiquer la gamme de longueurs d'onde, les données d'émission et la norme utilisée pour la classification, à savoir EN 60825-1:2001. La

plaque d'identification regroupe toutes les informations permettant une identification précise de l'installation utilisée, c'est-à-dire le nom du fabricant et (ou) de la personne responsable de la mise en circulation du laser, le type d'appareil, le numéro de série, etc.

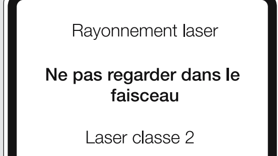


Plaque d'avertissement

Fond jaune



Plaque indicatrice



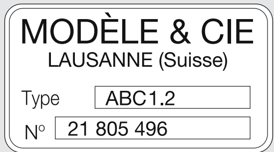
Fond jaune selon la norme laser, fond neutre selon la norme SN EN 61310-1:1995

Plaque signalétique indiquant les caractéristiques du laser

Données du laser	EN 60825-1: 1994
Nature du laser	He-Ne
Longueur d'onde	633 nm
Durée d'émission	cw
Puissance de rayonnement	1mW
Energie de rayonnement	–

Fond jaune selon la norme laser, fond neutre selon la norme SN EN 61310-1:1995

Plaque d'identification



Fond neutre

Exemple d'étiquetage laser.

Etiquetage supplémentaire

L'ouverture de sortie du faisceau laser doit être marquée sur tous les appareils à laser de classe 2 ou supérieure. Une plaque doit être fixée près de l'ouverture de sortie sur tous les appareils à laser de classe 3R ou supérieure avec la mention suivante:

- Ouverture rayonnement laser (ou laser invisible), ou
- Exposition dangereuse: un rayonnement laser (ou laser invisible) est émis par cette ouverture

Eléments amovibles

Si des éléments du capot de protection peuvent être enlevés ou modifiés de sorte que le rayonnement laser dépasse celui autorisé dans la classe 1, il faut apposer sur ces éléments une plaque d'avertissement et une inscription supplémentaire comportant le texte d'avertissement correspondant ainsi que la mention de la classe laser.

Exemple

Attention: laser de classe 4 lorsque le panneau d'accès est ouvert! Ne pas exposer les yeux et la peau au rayonnement direct ou diffusé.

Utiliser les textes d'avertissement correspondants pour chaque classe.

Rayonnement laser invisible

Le texte d'avertissement doit indiquer explicitement l'émission de rayonnement laser invisible. Lorsque le rayonnement est à la fois visible et invisible, le texte doit mentionner les deux types de rayonnement.

Rayonnement laser visible

L'expression «rayonnement laser» peut être changée en «lumière laser» lorsqu'il s'agit d'ondes visibles.

Remarque: les différentes informations figurant à la p. 8 peuvent être regroupées sur la même plaque d'avertissement.

Pour tout complément d'information au sujet de l'étiquetage, veuillez consulter la norme sur les appareils à laser EN 60825-1[3].

[3] Les caractéristiques des appareils à laser doivent toujours figurer dans la notice d'instructions. A partir de la classe 2, elles doivent aussi figurer sur les appareils. Pour les petits lasers, les signaux de sécurité peuvent être joints à la documentation destinée aux utilisateurs ou apposés sur l'emballage. La plupart des signaux de sécurité pour les appareils à laser peuvent être obtenus auprès de la Suva (publication «Signaux de sécurité», réf. 88101).

L'obligation d'étiquetage ne s'applique pas aux éléments ne pouvant fonctionner que s'ils sont intégrés dans un système.

3.3 Déclaration de conformité

Les personnes responsables de la mise en circulation des lasers doivent fournir avec chaque appareil une déclaration de conformité[4] attestant que le produit satisfait aux exigences essentielles de sécurité et de santé correspondantes (art. 6 OMBT[5] et art. 7 OSIT[6]). Vous trouverez d'autres informations à ce sujet dans les publications Suva réf. 66084.f et 88031.f.

Remarque: les produits qui ne tombent pas sous le coup des règles énoncées ci-dessus sont régis par les prescriptions générales applicables en matière de sécurité des produits.

3.4 Certificats et marquage CE

Les personnes responsables de la mise en circulation des appareils à laser sont autorisées à certifier elles-mêmes leurs produits et à y apposer le marquage CE. L'établissement d'un rapport d'essai assorti d'un certificat délivré par un organisme neutre spécialisé demeure facultatif, mais présente l'avantage d'offrir une plus grande crédibilité. Cela peut avoir une grande importance, par exemple en cas d'importation directe.

[4] La déclaration de conformité doit mentionner toutes les normes qui ont été respectées lors de la fabrication du produit. La mention de la norme EN 60825-1 indique que le produit figure dans l'une des sept classes de lasers existantes. Les personnes responsables de la mise en circulation doivent être en mesure de présenter toutes les pièces justificatives ayant permis d'établir le classement de l'appareil.

[5] OMBT = ordonnance du 9 avril 1997 sur les matériels électriques à basse tension, RS 734.26

[6] OSIT = ordonnance du 12 juin 1995 sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques, RS 819.11

3.5 Notice d'instructions

Les personnes responsables de la mise en circulation des installations et appareils techniques renfermant un danger, comme par ex. les lasers, doivent fournir avec chaque appareil une notice d'instructions précisant comment l'utiliser conformément aux prescriptions. Dans le cas des lasers de forte puissance, il est recommandé d'indiquer les utilisations non conformes et interdites. Si des précautions spéciales sont à prendre lors de l'utilisation et de l'installation de l'appareil, celles-ci doivent également figurer dans la notice d'instructions. La notice d'instructions comprend des consignes de sécurité et une notice d'utilisation. Selon la complexité de l'appareil à laser, ladite notice peut être complétée par des notices d'installation et de maintenance.

Remarque: les avertissements de portée générale sont à éviter, en particulier ceux que le lecteur ne pourra pas saisir en raison d'un manque de connaissances.

3.6 Machines à laser intégré

Les machines à laser intégré utilisées dans la production industrielle doivent avant tout remplir les exigences essentielles de sécurité et de santé des lois et ordonnances nationales suivantes:

- loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (LSIT) et son ordonnance (OSIT)
- ordonnance sur le courant fort
- ordonnance sur les matériels électriques à basse tension (OMBT)
- ordonnance sur les procédures d'évaluation de la conformité des installations et appareils techniques
- ordonnance sur la compatibilité électromagnétique (OCEM)

Cette liste n’est cependant pas exhaustive. Les art. 3 et 4 de la LSIT précisent en effet que les installations et appareils techniques mis en circulation doivent répondre aux normes nationales et internationales en vigueur. Sont particulièrement importantes pour les machines:

– la directive 98/37/CE relative aux machines (remplacée le 29.12.2009 par la directive 2006/42/CE), et
– la norme EN 11553 «Sécurité des machines – machines à laser – Partie 1: Prescriptions générales de sécurité»

Les personnes responsables de la mise en circulation des machines à laser sont tenues de respecter l’état de la technique. En d’autres termes, cela veut dire qu’elles doivent se tenir au courant des normes spéciales faisant autorité pour leurs produits.

3.7 Ordonnance sur les dispositifs médicaux (ODim)

Les appareils à laser utilisés pour des interventions médicales sur l’être humain doivent répondre aux exigences de l’ordonnance sur les dispositifs médicaux (ODim) et de la directive européenne sur les dispositifs médicaux 93/42/CEE.

4 Obligations des utilisateurs

Avant la première mise en service des appareils, les utilisateurs doivent avoir lu attentivement la notice d'instructions et les consignes de sécurité fournies par le responsable de la mise en circulation.

Pour les appareils à laser de classe 1, la sécurité des conditions d'utilisation relève des personnes responsables de la mise en circulation. Par contre, pour les appareils à laser de classes 3B et 4, celle-ci relève des utilisateurs. Afin de satisfaire aux conditions à remplir pour les appareils de classe 1, il suffit par ex. d'équiper les appareils d'un capot de protection. Si le processus de travail ne le permet pas, les appareils à laser concernés doivent être utilisés dans une zone surveillée dont l'accès est contrôlé. Il convient de procéder par ailleurs à une appréciation du risque pour répertorier les situations dangereuses et les équipements de protection nécessaires pour les personnes concernées afin d'éviter tout dommage. A ce propos, voir également les «Exigences relatives aux laboratoires laser» (annexe 3).

Remarque: les prescriptions générales en matière de sécurité au travail imposent aux utilisateurs d'appareils à laser et aux employeurs de prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir la sécurité et la protection de la santé aux postes de travail, de consigner ces mesures et d'en contrôler régulièrement le respect. La norme sur les lasers permet à ce titre de définir les objectifs de protection à remplir dans le cadre de l'utilisation d'appareils à laser; la loi sur l'assurance-accidents (LAA) et l'ordonnance sur la prévention des accidents (OPA) en forment la base légale. Une autre exigence est le respect des valeurs limites aux postes de travail suivant la liste établie chaque année par la Suva (liste des VME/VLE, publication Suva réf. 1903.f). A ce propos, voir également le point 4.4 du présent feuillet.

Modifications: les utilisateurs qui modifient des appareils à laser qu'ils ont achetés doivent satisfaire aux mêmes obligations que les personnes responsables de la mise en circulation desdits appareils (voir chap. 3).

4.1 Mesures de sécurité relatives aux classes laser

L'utilisation des lasers exige l'observation des règles de sécurité suivantes:

Classe 1

- Aucune (attention: la norme sur les lasers autorise un fonctionnement particulier dangereux sans changement de classe; voir note 1, p. 6).

Classe 1M

- Mettre spécialement en garde les personnes utilisant des instruments optiques (loupe, microscope, jumelles).

Classe 2

- Ne pas regarder directement dans le faisceau.
- Ne pas diriger le faisceau sur des personnes.

Classe 2M

- Ne pas regarder directement dans le faisceau.
- Ne pas diriger le faisceau sur des personnes.
- Mettre spécialement en garde les personnes utilisant des instruments optiques (jumelles, niveaux, théodolites).

Classe 3R

- Utilisation uniquement dans des cas justifiés.
- Utilisation uniquement par des personnes dûment formées et qualifiées.
  Le rayonnement ne doit pas être dirigé à la hauteur des yeux des personnes assises ou debout.
  L'accès aux lasers non utilisés doit être interdit aux personnes non autorisées.

Classe 3A
- Rayonnement invisible: voir classe 1M.
- Rayonnement visible: voir classe 2M. Sans rayonnement élargi: voir classe 3R; l'utilisation de pointeurs laser > 1 mW n'est pas justifiée et doit être évitée.

Classe 3B et classe 4
Les lasers de classes 3B et 4 doivent être exclusivement utilisés dans une zone laser contrôlée. L'utilisateur veillera à ce que personne ne puisse être exposé à un rayonnement non autorisé. Il doit prendre toutes les mesures de sécurité nécessaires. L'accès à la zone laser contrôlée doit être surveillé. A ce propos, voir également les «Exigences relatives aux laboratoires laser» (annexe 3) et la note 2, p. 6.

4.2 Règles de sécurité

Les personnes chargées du déclenchement des appareils ne doivent libérer le rayonnement laser qu'après s'être assurées que toutes les personnes présentes portent les équipements de protection requis et qu'aucun tiers non autorisé ne peut accéder à la zone laser contrôlée.

4.3 Formation

Avant de commencer leur activité, les personnes travaillant avec des lasers de classes 3R, 3B et 4 doivent impérativement recevoir une formation sur les risques liés aux appareils à laser et leur utilisation correcte. Par ailleurs, les personnes concernées doivent attester par écrit de la formation reçue et l'employeur de la formation dispensée. Les consignes de travail importantes doivent être affichées sous forme concise sur les lieux de travail.

La formation porte sur les points suivants:
- effet des rayonnements laser sur les yeux et la peau
- risques et effets secondaires tels que substances nocives, incendie, explosions
- consignes de travail et de comportement
- mesures et dispositifs de protection
- utilisation des équipements de protection
- contrôle de la construction et de l'équipement des dispositifs de sécurité
- comportement en cas d'accident

Cette formation doit être répétée régulièrement.

4.4 Responsables de sécurité laser

La désignation d'un **responsable de sécurité laser** (*laser officer*) recommandée dans la norme lasers est obligatoire au sens des prescriptions générales de sécurité au travail (justification d'une organisation de la sécurité en cas de dangers particuliers, directive CFST 6508). La direction de l'entreprise doit consigner le nom et les tâches du responsable de sécurité laser.

4.5 Formation des responsables de sécurité laser

Les responsables de sécurité laser doivent posséder les connaissances nécessaires pour assumer leur fonction, mais il n'existe aucune prescription légale concernant l'acquisition de celles-ci. Les responsables de la mise en circulation des appareils à laser organisent souvent des formations spécialement consacrées à leurs produits. Ces formations peuvent faire partie intégrante des contrats d'achat en vertu de la responsabilité du fait des produits. Une fois par an, la Suva organise un cours sur les rayonnements non ionisants comprenant une leçon sur la sécurité des appareils à laser, mais cette dernière est trop sommaire pour constituer une formation suffisante.

4.6 Obligation d'annoncer

L'utilisation des appareils à laser de classes 3B et 4 dans les bâtiments industriels, les instituts de recherche et de développement, les écoles, les cabinets médicaux et les hôpitaux **n'est pas soumise** à l'obligation d'annoncer.

4.7 Machines laser dans des ateliers ouverts

Les installations à laser intégrées dans des processus de production dans des ateliers ouverts doivent être équipées d'un capot de protection permettant d'éliminer tout risque de rayonnement laser accessible tant en fonctionnement normal qu'en fonctionnement particulier. Le faisceau dangereux doit être interrompu à l'ouverture de ce capot. L'observation du processus d'usinage doit s'effectuer au moyen d'un filtre laser. Pour de plus amples informations sur les filtres laser, veuillez consulter la norme EN 207, les catalogues de fabricants de lunettes de protection laser ainsi que le point 5.4 de la présente publication.

Si, pour des raisons techniques liées au processus, la pose d'une enceinte de protection s'avère impossible (lasers de classe 1), il faut s'assurer que le blindage de la machine couvre au moins les zones où se trouvent des personnes. Ce blindage peut être constitué de parties de la machine, de pièces d'usinage ainsi que de capots de protection empêchant tout regard direct dans la zone d'usinage et garantissant l'absence de tout rayonnement diffusé (à contrôler au moyen d'une caméra infrarouge équipée d'un filtre d'interférence dans la gamme de longueurs d'onde comprises entre 700 et 1400 nm). Pour ne pas dévaloriser le terme «laser de classe 4» (accès réservé aux personnes autorisées portant un équipement de protection), il faudrait renoncer au triangle d'avertissement à fond jaune (comme le veut la norme) et recourir, par exemple, à un étiquetage tel que «Installation laser – Les zones dangereuses sont marquées». Les capots de protection pouvant être enlevés sans outils doivent par ailleurs être reliés au système de surveillance de la machine.

S'il n'est pas possible d'encapsuler la machine, il est indispensable de délimiter physiquement sa zone d'utilisation et d'en contrôler l'accès. Les personnes s'y trouvant doivent porter des lunettes de protection laser dimensionnées correctement.
Les fenêtres sont à recouvrir d'un matériau approprié (autocertification possible). Le mécanisme de fermeture des écrans mobiles (stores à lamelles en PVC épais, etc.) doit être relié au système de surveillance de l'appareil à laser. Des informations complémentaires figurent au point 5.4 «Lunettes de protection pour l'usinage des matériaux» et dans les «Exigences relatives aux laboratoires laser» (annexe 3).

4.8 Réseaux de télécommunication par fibres optiques

Concept de sécurité: le fournisseur de la centrale du réseau est responsable du concept de sécurité du réseau. Il doit fournir à l'exploitant du réseau les prescriptions de sécurité en vigueur. En cas de location de quelques lignes, les caractéristiques du laser sont à demander au loueur. Ce n'est que lorsque l'exploitant du réseau est en possession de ces renseignements qu'il peut élaborer des consignes internes à destination du personnel de maintenance pour les travaux sur les câbles et les installations, avec pour objectif de protection que nul ne puisse être exposé à des rayonnements non autorisés.

Procédure d'élaboration des directives internes:

- établir une liste de toutes les situations dangereuses possibles, tant en fonctionnement normal (appareil utilisé conformément à sa destination) que particulier (installation, réparation, y compris inci-

dents et accidents pouvant être dus à un engin d'excavation ou autre)

- procéder à une appréciation du risque pour toutes les situations dangereuses recensées avec un spécialiste selon la publication Suva réf. 66037.f (voir annexe 2)
- élaborer et consigner les mesures nécessaires pour les situations recensées
- édicter des directives internes, les mettre en œuvre et en contrôler périodiquement l'application

Il existe trois situations distinctes dans l'emploi des réseaux de câbles:

- local public (bureau, etc.) ou salle de séjour avec connexion PC; niveau de risque toléré: jusqu'à 1M
- local à l'accès délimité, par exemple seulement pour le concierge; niveau de risque toléré: jusqu'à 3R
- local fermé, accès réservé au personnel autorisé; aucune limite de niveau de risque

Câbles: il faut pouvoir identifier les câbles; les autres détails sont définis dans le concept de sécurité.

Fiches: la norme ne prescrit aucun couvercle de protection, c'est-à-dire que le modèle de la fiche est au choix du fournisseur de la centrale.

Arrêt automatique: voir concept de sécurité.

Outils optiques: il faut élaborer un concept clair avec un marquage précis des outils optiques permettant d'éviter toute confusion.

4.9 Spectacles laser

Les conditions à remplir pour les spectacles laser sont énoncées dans l'ordonnance sur la protection contre les nuisances sonores et les rayons laser lors de manifestations (ordonnance son et laser). Références: voir chap. 9. L'utilisation d'appareils à laser lors de manifestations doit être déclarée aux autorités cantonales d'exécution. Pour ce faire, il est nécessaire de contacter suffisamment tôt les services concernés. Dans la plupart des cas, il existe un formulaire dédié à la déclaration obligatoire des appareils à laser. Suivant les cantons, le service concerné peut être le Département de la santé, de la protection de l'environnement, la Police du commerce, etc.

4.10 Utilisation à l'extérieur

Lorsque l'utilisation d'appareils à laser de classes 3B et 4 touche l'espace aérien, il convient d'obtenir l'accord préalable du service de sécurité aérienne compétent. L'utilisation d'appareils à laser de classes 3R, 3B et 4 dans le domaine militaire est réglementée par armasuisse.

4.11 Expériences de démonstration avec des rayonnements laser

Il faut veiller à respecter les règles suivantes:

– éviter, si possible, d'utiliser des lasers de classes 3B et 4
– s'exercer minutieusement à effectuer l'expérience en l'absence de tiers
– veiller à ce qu'aucun élément optique de la démonstration ne puisse être déplacé par inadvertance
– tenir à distance les spectateurs, avant et pendant la démonstration, de l'appareil à laser par des dispositifs barrant l'accès
– renoncer à effectuer une réinstallation ou des corrections non prévues au départ en la présence de spectateurs, à savoir chercher à réussir une démonstration qui aurait échoué
– ne libérer le rayonnement laser que lorsque la sécurité des personnes présentes est garantie à ce moment-là

4.12 Appareils à laser à usage privé

Des informations sur les appareils à laser à usage privé sont disponibles auprès de la division radioprotection de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), du Bureau de prévention des accidents (bpa) et des autorités sanitaires cantonales. L'OFSP a publié un feuillet sur les dangers des «pointeurs laser». Etant donné que les particuliers sont peu en mesure de délimiter et de surveiller les zones de risque laser et qu'on ne peut exclure le risque que des enfants jouent avec les appareils à laser, l'Inspection fédérale des installations à courant fort interdit la vente des lasers de classe 3A (risque de classification erronée), 3B et 4 à des fins de divertissement. Exception: voir point 3.1.

4.13 Utilisation sur l'être humain

Toutes les mesures de sécurité mentionnées précédemment s'appliquent à la protection des personnes contre un rayonnement laser **involontaire**. Toute intervention médicale sur le corps humain avec des rayonnements laser doit, en règle générale, être effectuée par un médecin ou sous la surveillance d'un médecin. Il incombe aux autorités sanitaires cantonales de juger si du personnel non médical (salons de beauté et particuliers) peut utiliser des *soft laser* (classe 1 à 3R) ou *mid laser* (classe 3B). En décembre 2004, Swissmedic a publié des recommandations regroupées dans une brochure d'information intitulée «Utilisation de lasers de forte puissance à des fins médicales et cosmétiques».

5 Lunettes de protection laser

Le port de lunettes de protection laser correctement dimensionnées est obligatoire pour toutes les personnes travaillant sur des installations équipées de lasers de classes 3R (seulement pour le rayonnement invisible), 3B ou 4 (pour le rayonnement visible et invisible). Les filtres et les lunettes de protection laser doivent être dimensionnés pour protéger du rayonnement principal, même s'ils ne servent que pour le rayonnement diffusé. Lorsqu'elles sont correctement dimensionnées, les lunettes de protection laser atténuent le rayonnement laser au moins jusqu'aux **valeurs d'exposition maximale permise (EMP)** au niveau de la cornée pour l'exposition oculaire directe au rayonnement laser (selon le tableau 6 de la norme sur les appareils à laser).

L'annexe de la norme EN 207 fournit des indications sur les méthodes de dimensionnement des lunettes et des filtres de protection laser. Les fabricants de lunettes de protection laser offrent en général un service de dimensionnement personnalisé.

5.1 Choix des lunettes de protection

Les lunettes de protection laser ne sont pas les mêmes selon le type de laser utilisé et doivent être exclusivement réservées à celui pour lequel elles sont conçues (gamme de longueurs d'onde, mode de fonctionnement continu, par impulsion ou impulsion géante, etc.).

L'alignement des appareils à laser de classes 3B et 4 émettant un rayonnement visible nécessite le port de lunettes de protection spécialement adaptées aux travaux de réglage.

5.2 Marquage des lunettes de protection

La monture des lunettes de protection laser doit être munie d'un marquage conforme aux exigences de la norme EN 207 (EN 208 pour les lunettes de protection destinées aux travaux de réglage) indiquant la longueur d'onde pour laquelle elles assurent une protection, le type de laser, le degré de protection et le nom du fabricant (ex.: 633 D L5 Laservision = lunettes de protection pour une longueur d'onde de 633 nm, laser continu, degré de protection L5, modèle fabriqué par Laservision).

5.3 Contrôle de la vue

Il n'est pas nécessaire d'effectuer des contrôles préventifs de la vue. Justification: voir annexe 5.

5.4 Lunettes de protection pour l'usinage des matériaux

L'élément optique de focalisation transforme le rayonnement parallèle émis par une source laser en un cône de rayonnement qui diverge rapidement après le point focal. Ainsi, la distance de sécurité (DNRO = distance nominale de risque oculaire) peut être «très grande» ou «plus petite» ou «proche du poste de travail», selon la distance focale de l'optique de coupe. Des réflexions très fortes peuvent apparaître, dans de rares cas, lorsque le faisceau pénètre dans la pièce à usiner. La norme sur les appareils à laser appelle ce phénomène **rayonnement erratique**. S'il est possible de regarder directement dans la zone d'usinage (dans le plasma), l'accès à la zone dangereuse doit être contrôlé de sorte que seules des personnes portant des lunettes de protection laser puissent se trouver à proximité.

Les lasers de forte puissance (dans la gamme des kW) sans élément optique de focalisation sont extrêmement dangereux. La zone de rayonnement parallèle ne doit pas être accessible.

5.4.1 Rayonnement diffusé: au cours de l'usinage de matériaux, il faut toujours s'attendre à un rayonnement diffusé pouvant s'avérer dangereux pour l'œil en fonction des longueurs d'onde utilisées.

5.4.2 Les lasers à CO_2 émettent des rayonnements dans la zone des infrarouges lointains, à savoir dans la longueur d'onde de 10,6 µm. Dans cette longueur d'onde, les matériaux normalement transparents deviennent opaques et agissent comme des filtres de blocage des infrarouges lointains. L'effet focalisateur du cristallin venant à manquer, la rétine n'est donc pas mise en danger. En principe, tous les types de lunettes et d'écrans transparents protègent contre le rayonnement diffusé des lasers à CO_2. Il faut cependant être prudent, car le rayonnement erratique des lasers de forte puissance (gamme des kW) peut détruire en très peu de temps des lunettes de vue normales, voire provoquer des lésions secondaires causées par des éclats et des projections chaudes. Des tests ont montré que même de véritables lunettes de protection laser peuvent poser problème lorsqu'elles croisent le rayonnement parallèle d'un laser de plusieurs kilowatts. Cela s'explique du fait que la norme d'essai prescrit un diamètre de rayonnement d'un millimètre, alors que le rayonnement non focalisé d'un laser à CO_2 a un diamètre d'environ un centimètre. Par conséquent, le rayonnement parallèle d'un laser de plusieurs kilowatts ne doit pas être accessible. En outre, il devrait toujours y avoir un écran de protection entre la zone d'usinage et l'observateur.

5.4.3 Lasers Nd-YAG et diodes laser de forte puissance: contrairement aux lasers à CO_2, le rayonnement diffusé par les lasers Nd-YAG (milieu actif: grenat d'yttrium-aluminium dopé au néodyme) et les diodes laser de forte puissance constitue un danger spécifique pour les yeux. Le rayonnement diffusé invisible dans l'infrarouge proche traverse les verres de lunettes et le cristallin pour se focaliser sur la rétine. Si l'usinage est effectué au moyen d'un laser Nd-YAG ou d'une diode laser n'étant que partiellement blindés, toutes les personnes présentes sont tenues de porter des lunettes de protection laser. La zone laser ne doit être accessible qu'aux personnes autorisées. Les parois latérales, les portes transparentes et les fenêtres doivent être obstruées au moyen d'un matériau approprié. Si l'on utilise des rideaux mobiles comme matériau d'obstruction, il faut que le mécanisme de fermeture soit relié au système de surveillance du laser. Le matériau choisi est jugé approprié lorsqu'il a été testé selon les normes EN 12254 et (ou) EN 60825-4. En l'absence de certificat, il est possible de procéder à une autocertification. Il suffit que le matériel remplisse les conditions requises pour le cas donné. Selon le résultat des tests effectués et de l'appréciation du risque, les matériaux peuvent satisfaire à l'objectif de protection du cas considéré, mais ne seraient pas autorisés pour d'autres applications; le matériel testé (par ex. des feuilles de protection ou des stores à lamelles en PVC) ne doit donc pas être remis à d'autres utilisateurs.

5.4.4 Rayonnement secondaire: le rayonnement d'un laser de forte puissance provoque une élévation rapide de la température du matériau usiné et, dans certaines circonstances, une émission lumineuse intense non cohérente appelée rayonnement secondaire. Il peut, tout comme la soudure à l'arc, réduire temporairement les capacités visuelles, voire engendrer des lésions de la rétine. Les lunettes de protection laser n'offrent aucune protection contre ces rayonnements. Il faut donc porter, en plus de lunettes laser, des lunettes protégeant de l'éblouissement. Les indices de protection sont identiques à ceux en vigueur dans la technique de soudage.

6 Autres dangers

L’utilisation des appareils à laser implique souvent des dangers nettement plus importants que le rayonnement laser lui-même.

Haute tension: tous les lasers, à l’exception des diodes laser, fonctionnent sous haute tension. Toute intervention inappropriée, notamment sur les lasers de forte puissance, peut s’avérer mortelle.

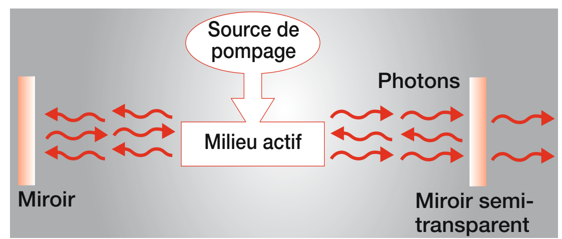
Incendies: les lasers de forte puissance peuvent provoquer des incendies.

Vapeurs et fumées toxiques: l’usinage de matériaux avec des rayons laser dégage toujours des vapeurs et des fumées toxiques, dont certaines sont cancérigènes. Les installations d’usinage à laser doivent donc être équipées d’un système d’aspiration efficace. Les valeurs limites d’exposition tolérées aux postes de travail figurent dans la publication Suva réf. 1903.f **«Valeurs limites d’exposition aux postes de travail. VME/VLE, VBT valeurs admissibles pour agents physiques»**.

7 Informations de base sur la lumière et les lasers

7.1 Lasers

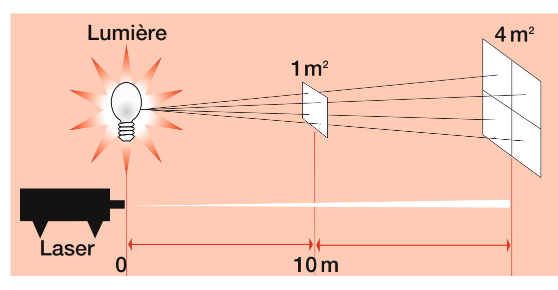
La notion de laser est utilisée dans le monde entier pour désigner des appareils produisant un rayonnement électromagnétique cohérent dû à l'interaction des photons suivant les lois de la mécanique quantique et non pas à celle des courants et des champs comme c'est le cas en physique classique. LASER est l'acronyme de l'anglais Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplification de lumière par émission stimulée de radiation optique). Le principe du laser fonctionne pour le rayonnement visible et invisible (ultraviolet et infrarouge).



Emission de rayons laser

7.2 Propagation de la lumière

Les sources lumineuses rayonnent généralement dans toutes les directions. Plus un objet est éloigné d'une source lumineuse, plus l'énergie rayonnée reçue est faible.
En revanche, la lumière générée par un laser est naturellement concentrée et dirigée en un faisceau de rayons parallèles. Lorsqu'un rayonnement laser touche un objet, toute l'énergie rayonnante du laser se concentre en un minuscule point d'impact.



Propagation de la lumière

7.3 Qualité de la lumière laser

La lumière laser est de très haute qualité en raison de la cohérence (ou relation de phase définie) de ses photons. Elle peut être focalisée en un point à l'aide d'une lentille convergente. Cela n'est pas possible avec une source lumineuse normale, car son image demeure aussi dans le point focal.

7.4 Risques particuliers pour les yeux

Lorsqu'un rayonnement laser atteint l'œil[7], le cristallin focalise en un point de la rétine la lumière déjà fortement concentrée du fait de sa cohérence. Il n'est donc pas étonnant qu'un laser de quelques millièmes de watts (mW) puisse provoquer des lésions oculaires, alors qu'une lampe de 100 watts s'avère, d'après notre expérience, inoffensive. Les lésions de la rétine sont particulièrement graves, car les cellules sensorielles détruites ne se régénèrent pas.

7.5 Rayonnement laser invisible

De nombreuses applications laser (usinage de matériaux, transmission de données, certaines applications médicales) concernent la gamme infrarouge (invisible). Ce rayonnement est particulièrement dangereux dans le proche infrarouge, c'est-à-dire entre 700 et 1400 nm. En effet, le cristallin le focalise sur la rétine comme le rayonnement visible. De faibles réflexions de quelques milliwatts pouvant entraîner des lésions irréversibles de la rétine, ces lasers doivent donc être impérativement munis d'un blindage. Si cette exigence ne peut pas être satisfaite, les appareils seront exclusivement utilisés dans des zones d'accès contrôlé et délimitées par des mesures de construction et (ou) d'organisation.

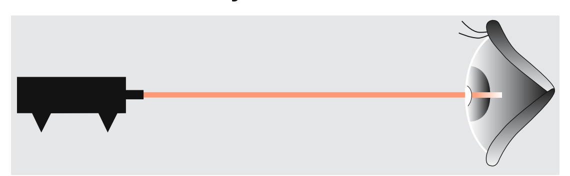
[7] Seul le rayonnement optique dans le spectre visible et le proche infrarouge, c'est-à-dire avec une longueur d'onde comprise entre 400 et 1400 nm, parvient à la rétine.

8 Classes laser

8.1 Classe 1

Les lasers de classe 1 sont sans danger dans toutes les conditions d'utilisation raisonnablement prévisibles, même en combinaison avec des instruments optiques. Si le rayonnement laser est accessible, celui-ci est si faible que tout risque de lésion peut être écarté. Si le rayonnement laser est dangereux, il est inaccessible de par la conception technique de l'appareil, même en cas d'erreurs de manipulation.

Classe 1 avec rayonnement accessible



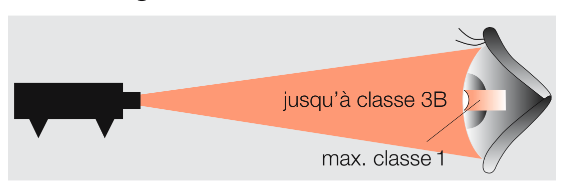
L'intégralité du faisceau satisfait aux conditions de la classe 1.

8.2 Classe 1M[8]

Les lasers de classe 1M émettent un rayonnement accessible dans la gamme de longueurs d'onde de 302,5 nm à 4000 nm. Le faisceau peut être «divergent» ou «élargi».

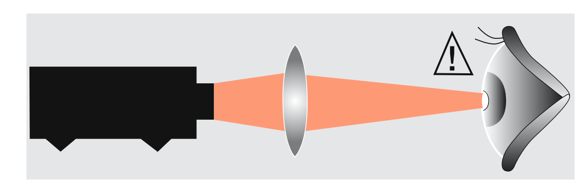
Remarque: les illustrations des faisceaux des classes M sont purement indicatives et ne respectent pas obligatoirement les proportions réelles.

1M «divergent»

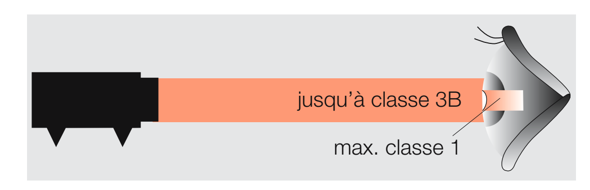


L'intégralité du faisceau ne doit pas dépasser 0,5 watt (= valeur limite de la classe 3B). Dans la gamme de longueurs d'onde allant de 400 à 1400 nm, le faisceau est limité par la pupille. Seul un faisceau partiel, qui ne dépasse pas la valeur limite de la classe 1, pénètre donc dans la cavité oculaire. Grâce à la pupille, le faisceau dangereux est sans danger pour les yeux. Pour les autres longueurs d'onde, consulter la norme sur les appareils à laser.

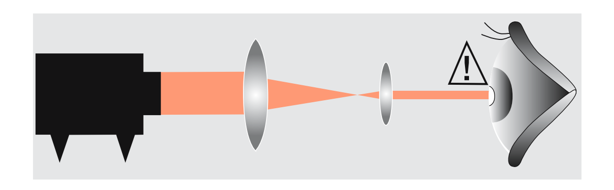
Attention: l'utilisation d'une loupe ou d'un microscope sans filtre de protection laser peut entraîner des lésions oculaires.



1M «élargi»



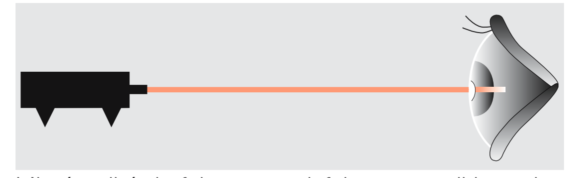
Attention: l'utilisation de jumelles sans filtre de protection laser peut entraîner des lésions oculaires.



8.3 Classe 2

Les lasers de classe 2 n'émettent que dans le spectre visible et fournissent une puissance maximale de 1 milliwatt en émission continue. La vision directe involontaire dans le faisceau, même à l'aide d'instruments optiques auxiliaires, entraîne un fort éblouissement, mais pas de lésions.
Remarque: de récentes études ont prouvé que le réflexe palpébral n'est pas systématique. Aussi est-il recommandé d'éviter tout éblouissement au cours de la manipulation des lasers.

Classe 2 avec rayonnement accessible



L'intégralité du faisceau satisfait aux conditions de la classe 2.

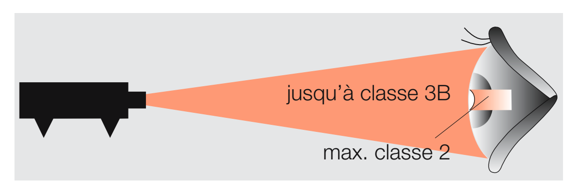
[8] M pour «magnifying instruments».

8.4 Classe 2M[8]

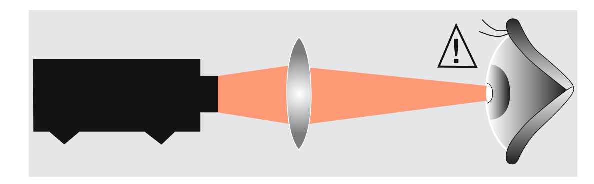
Les lasers de classe 2M émettent un rayonnement accessible dans la gamme de longueurs d'onde visible allant de 400 nm à 700 nm qui est soit divergent soit élargi. L'intégralité du faisceau ne doit pas dépasser 0,5 watt (= valeur limite de la classe 3B). Le faisceau étant cependant limité par la pupille, l'exposition de la rétine n'excède jamais 1 mW.

Remarque: les illustrations des faisceaux des classes M sont purement indicatives et ne respectent pas obligatoirement les proportions réelles.

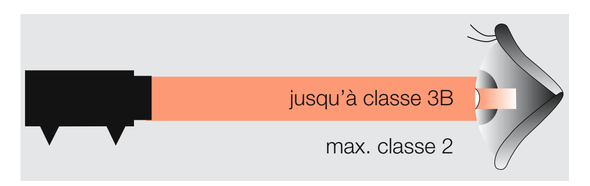
2M «divergent»



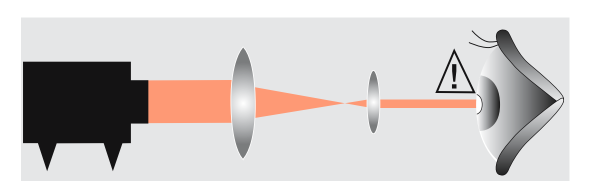
Attention: l'utilisation d'une loupe ou d'un microscope sans filtre de protection laser peut entraîner des lésions oculaires.



2M «élargi»



Attention: l'utilisation de jumelles sans filtre de protection laser peut entraîner des lésions oculaires.



8.5 Classe 3A

Cette classe n'est plus admise pour les lasers nouvellement mis en circulation.

Le faisceau des lasers de classe 3A est volontairement élargi[9], généralement en forme de cercle ou de trait, par un dispositif optique ou de balayage. Les lasers de classe 3A développent une puissance maximale de 5 mW dans la gamme visible et de cinq fois la limite d'émission accessible de la classe 1 dans la gamme invisible. Lorsqu'on regarde directement dans le faisceau, la partie de rayonnement pouvant pénétrer dans l'œil est limitée par la dimension de la pupille. Cette partie correspond au rayonnement d'un laser de classe 2 dans la gamme visible et à celui d'un laser de classe 1 dans la gamme invisible. L'œil n'est alors touché par aucun rayonnement inadmissible à condition qu'aucun instrument optique auxiliaire tel que des jumelles n'ait été utilisé.

Remarque: les lasers bon marché déclarés comme appartenant à la classe 3A et dont le rayonnement n'est pas élargi sont classés selon la norme américaine et non selon la norme internationale CEI 60825-1 ou la norme européenne EN 60825-1 en vigueur dans la plupart des pays. Selon ces dernières, il s'agit d'appareils à laser de classe 3R. Cette classe ne doit être utilisée que dans des cas justifiés, par du personnel formé et qualifié. Elle ne doit pas être utilisée en public par des personnes inexpérimentées (voir également le point 4.12).

[8] M pour «magnifying instruments».

[9] Cet élargissement doit être plus large que le diaphragme limite défini par la norme sur les appareils à laser. Ce diaphragme limite est une pupille fictive d'un diamètre de 7 mm, dans la gamme de longueurs d'onde allant de 400 à 1400 nm. Pour de plus amples informations, consulter la norme sur les appareils à laser.

8.6 Classe 3R[10]

Les lasers de classe 3R peuvent émettre jusqu'à 5 mW (soit cinq fois la limite d'émission de la classe 2) dans la gamme de longueurs d'onde visibles comprises entre 400 et 700 nm et cinq fois la limite d'émission de la classe 1 dans les autres longueurs d'onde. Le faisceau ne doit pas être élargi. Allègements par rapport à la classe 3B: pas d'interrupteur à clé amovible, pas de prise pour un circuit de sécurité extérieur, pas d'accès restrictif.

Attention: les lasers de classe 3R peuvent entraîner des lésions rétiniennes après une courte exposition, même sans utilisation d'un instrument optique. Texte d'avertissement sur l'appareil: «Eviter toute exposition de l'œil au rayonnement direct!»

8.7 Classe 3B[11]

En émission continue, les lasers de classe 3B ont une puissance maximale de 0,5 watt. L'observation du point irradié sur un écran non réfléchissant (réflexion diffuse) n'entraîne aucune lésion oculaire. Selon la norme sur les appareils à laser, la distance d'observation d'une réflexion diffuse doit être supérieure à 13 cm et la durée consécutive d'observation ne doit pas dépasser dix secondes.

Attention: la vision directe dans le faisceau ou une réflexion spéculaire peut provoquer des lésions oculaires, même en cas d'exposition de brève durée. Texte d'avertissement sur l'appareil: «Ne pas s'exposer au faisceau!»

[10] R = relaxed = classe 3B moins stricte, car risques moindres.
[11] En fonctionnement normal, l'utilisation des lasers de classe 1 doit pouvoir s'effectuer sans dangers sans nécessiter aucune instruction particulière.
En revanche, si la sécurité des personnes séjournant près d'un appareil exige une instruction spéciale, l'installation ne sera pas attribuée à la classe 1, mais son innocuité sera précisée de manière concrète. Exemple: «Absence de dangers liés aux rayonnements dans la zone marquée».

8.8 Classe 4[11]

La classe 4 comprend tous les lasers qui ne répondent pas aux conditions des classes 1, 1M, 2, 2M, 3R ou 3B. Il n'y a pas de limite supérieure de puissance pour les lasers de classe 4.

Attention: le rayonnement et ses réflexions peuvent être dangereux pour la peau et les yeux. Avant d'observer des réflexions diffuses, il faut vérifier si l'exposition maximale permise (EMP) n'est pas dépassée. Sous l'influence du rayonnement, certaines matières peuvent libérer des substances nocives, produire des explosions ou déclencher des incendies.

Texte d'avertissement sur l'appareil: «Eviter toute exposition de l'œil et de la peau au rayonnement direct ou diffusé!»

9 Bibliographie, commandes et renseignements

9.1 Bibliographie

Remarque: les textes de référence proposés ci-après complètent le contenu du présent feuillet (liste non exhaustive). Le nombre de prescriptions de sécurité concernant les lasers ne cesse d'augmenter et les utilisateurs sont tenus d'actualiser leurs connaissances: les prescriptions ne figurant pas encore dans ce feuillet ont donc également un caractère obligatoire.

- Loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (LSIT), RS 819.1 — OFCL
- Ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (OSIT), RS 819.11 — OFCL
- Ordonnance sur les installations électriques à courant fort (ordonnance sur le courant fort), RS 734.2 — OFCL
- Ordonnance sur les matériels électriques à basse tension (OMBT), RS 734.26 — OFCL
- Ordonnance sur la compatibilité électromagnétique (OCEM), RS 734.5 — OFCL
- Ordonnance sur la protection contre les nuisances sonores et les rayons laser lors de manifestations (ordonnance son et laser), RS 814.49 — OFCL
- Ordonnance sur les dispositifs médicaux (ODim), RS 812.213 — OFCL
- Appareils électromédicaux – Partie 2: Règles particulières de sécurité pour les appareils thérapeutiques et de diagnostic à laser, EN 60601-2-22 — ASE SNV
- Sécurité des appareils à laser, Partie 1: Classification et exigences, EN 60825-1 (traitée en détail dans la publication **Laser Safety** de R. Henderson et K. Schulmeister, éditions Taylor & Francis) — ASE SNV
- Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques, EN 60825-2 — ASE SNV
- Sécurité des appareils à laser – Partie 10: Guide d'application et notes explicatives concernant la CEI 60825-1, CEI/TR 60825-10 — ASE SNV
- Safety of laser products – Part 13: Measurements for classification of laser products, CEI 60825-13 (uniquement en anglais) — ASE SNV
- Safety of laser products – Part 14: A user's guide, CEI 60825-14, remplace la Partie 3 de la norme sur les appareils à laser (uniquement en anglais) — ASE SNV
- Directive CFST 6509 «Soudage, coupage et techniques connexes» — Suva
- Protection individuelle de l'œil – Filtres et protecteurs de l'œil contre les rayonnements laser (lunettes de protection laser), EN 207 — ASE SNV
- Protection individuelle de l'œil – Lunettes de protection pour les travaux de réglage sur les lasers et sur les systèmes laser (lunettes de réglage laser), EN 208 — ASE SNV
- Ecrans pour postes de travail au laser – Exigences et essais de sécurité, EN 12254 — ASE SNV
- Directive 98/37/CE (2006/42/CE) concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux machines — EICS
- Sécurité des machines – Machines à laser, EN ISO 11553-1 et 2 — ASE SNV
- La sécurité commence dès l'achat, réf. 66084.f — Suva

– Valeurs limites d'exposition aux postes de travail. VME/VLE, VBT valeurs admissibles pour agents physiques, réf. 1903.f — Suva
– Utilisation de lasers de forte puissance à des fins médicales et cosmétiques — Swiss-medic

9.2 Commandes

Toutes les publications mentionnées peuvent être téléchargées sur Internet.

OFCL	Office fédéral des constructions et de la logistique, 3003 Berne
EICS	Euro Info Centre Suisse, avenue d'Ouchy 47, case postale 315, 1001 Lausanne
ASE	Electrosuisse, Association suisse des électriciens, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
SNV	Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour
Suva	Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, case postale, 6002 Lucerne

9.3 Renseignements

OFSP	Office fédéral de la santé publique, division radioprotection, 3003 Berne
bpa	Bureau de prévention des accidents, case postale, 3001 Berne
IFICF	Inspection fédérale des installations à courant fort, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
METAS	Office fédéral de métrologie et d'accréditation METAS, Lindenweg 50, 3003 Bern-Wabern
ASE	Electrosuisse, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
Suva	Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, case postale, 6002 Lucerne
	Secteur physique: pour les effets du rayonnement accessible sur l'homme
	Secteur technique: pour la conception et la fabrication des machines neuves
	Secteur industrie et arts et métiers: pour la conception des machines en service
Swiss-medic	Institut suisse des produits thérapeutiques, Division Dispositifs Médicaux, 3000 Berne 9

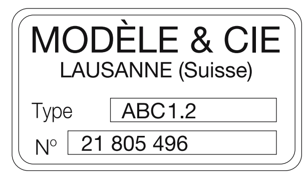
Annexe 1
Liste de contrôle pour l'achat d'un laser de petite dimension avec rayonnement accessible

Pour chaque réponse négative, le vendeur doit se mettre en conformité avec les exigences du point en question ☒. S'il refuse de s'exécuter, il faut renoncer à l'achat.

Identification

1 Le laser porte-t-il des indications sur le fabricant et (ou) la personne responsable de la mise en circulation, le type d'appareil, le numéro de série, etc. (plaque d'identification) permettant une identification exacte de l'appareil?

☐ **oui** ☐ **non**



Exemple de plaque d'identification

Etiquetage

Les lasers présentent des dangers inhabituels et généralement invisibles. Ils sont soumis à un **étiquetage obligatoire** indiquant la classe à laquelle ils appartiennent et informant les utilisateurs sur les risques potentiels et les règles de sécurité à respecter lors de leur manipulation*.

2 Le laser porte-t-il un ou plusieurs triangles d'avertissement?

☐ **oui** ☐ **non**

Plaque d'avertissement «Attention: rayonnement laser» (réf. Suva 1729/22)

3 Le laser porte-t-il l'indication de sa classe et le texte d'avertissement correspondant?

☐ **oui** ☐ **non**

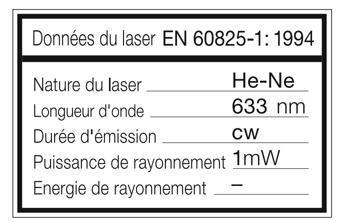
Rayonnement laser
Ne pas regarder dans le faisceau
Laser classe 2

Plaque indicatrice (réf. Suva 1729/29.f)

4 Les caractéristiques du faisceau laser sont-elles inscrites sur l'appareil?

Données minimales:
- longueur d'onde
- puissance du rayonnement ou énergie de rayonnement et caractéristique de l'impulsion
- caractéristiques du faisceau, par ex. diamètre à une distance de 100 mm (uniquement pour les classes 1M, 2M et 3A)

☐ **oui** ☐ **non**



Plaque signalétique indiquant les caractéristiques du laser (réf. Suva 1729/31.f)

5 L'émission d'un rayonnement laser invisible est-elle indiquée au moyen d'un avertissement correspondant?

☐ **oui** ☐ **non**

Notice d'instructions

6 Le laser a-t-il été livré avec une notice d'instructions complète et celle-ci est-elle à disposition du personnel?

☐ **oui** ☐ **non**

Une notice d'instructions complète doit comprendre, selon la complexité de l'appareil, un mode d'emploi, l'indication des précautions d'utilisation et un manuel d'installation et de maintenance.

Déclaration de conformité

7 Les lasers fabriqués après 1997 sont-ils munis d'une déclaration de conformité de la personne responsable de la mise en circulation (fabricant, vendeur)?

☐ **oui** ☐ **non**

* Les caractéristiques des lasers doivent toujours figurer dans la notice d'instructions. Pour les appareils de classe 2 ou supérieure, elles doivent également être affichées sur l'appareil. Pour les lasers de petite dimension, ces données peuvent être jointes aux documents destinés à l'utilisateur ou figurer sur l'emballage de l'appareil.

Annexe 2
Exemple d'appréciation du risque

Appréciation du risque

Fonctionnement normal
Mode de fonditionnement:
normal (1), particulier (2.3)

Machine: laser pour l'usinage de matériaux

Système partiel:
Nd-YAG à haute puissance

Gravité du dommage (G)
I Décès
II Invalidité grave
III Invalidité légère
IV Blessure avec arrêt de travail
V Blessure sans arrêt de travail

Probabilité (P)
A Fréquent
B Occasionnel
C Rare
D Improbable
E Quasi impossibile

Page 1 / 2
Visa: mlb
Date: 28.2.2005

N°	Activités	N°	Situation dangereuse		N°	Cause	Evénements	Risques		Objectif de protection	N°	Mesures	Risques résiduels		Remarques
			Dangers	Personne dans la zone dangereuse				G	P				G	P	
1	Soudage	1.1	Lésions oculaires, notamment de la rétine à cause du rayonnement laser invisible	Yeux non protégés de l'utilisateur et des tiers	1.1.1	Laser de forte puissance Nd-YAG	Lésions rétiniennes dues au rayonnement laser diffusé parfois non remarqué et (ou) lésions oculaires graves dues au rayonnement erratique direct	II-III	C	Le faisceau laser ne doit blesser personne.	1.1.1.1	Le rayonnement laser ne peut pas parvenir jusqu'à l'optique de soudage tant que le capot de protection est ouvert.	II-III	D	Toutes les parois latérales amovibles doivent être montées et tous les orifices d'alimentation doivent être fermés. Il faut que tous les interrupteurs de surveillance soient en fonctionnement. Les travaux de soudage ne doivent être observés qu'au moyen d'un filtre laser de protection.
2	Insertion et enlèvement de la pièce à usiner	2.1	Idem	Idem	2.1.1	Idem	Idem	II-III	D	Idem	2.1.1.1	Le rayonnement laser ne peut atteindre l'optique de soudage que lorsque tous les orifices d'alimentation sont fermés.	II-III	D	Aucune
3	Réglage des éléments du laser	3.1	Idem	Yeux non protégés des techniciens de maintenance	3.1.1	Idem	Idem	II-III	B	Idem	3.1.1.1	Port de lunettes de protection laser, accès interdit aux tiers; fenêtres toutes obstruées.	II-III	B	Travaux de réglage uniquement par des personnes dûment formées, autorisation au moyen de l'attestation de formation de la personne responsable de la mise en circulation du laser et de la direction.

Annexe 3
Exigences relatives aux laboratoires laser

Définitions

- **Zone laser contrôlée:** zone où la présence et l'activité des personnes qui s'y trouvent sont soumises à un contrôle et à une surveillance en vue de la protection contre les risques du rayonnement (norme sur les appareils à laser EN 60825-1, 1994, point 3.37).
- **Zone nominale de risque oculaire (ZNRO):** zone à l'intérieur de laquelle l'éclairement ou l'exposition énergétique dépasse l'exposition maximale permise (EMP) appropriée sur la cornée; elle inclut la possibilité de dépointage accidentel du faisceau laser. Si la ZNRO comprend la possibilité de vision assistée par utilisation d'aides optiques, elle sera désignée par «ZNRO étendue» (norme sur les appareils à laser EN 60825-1, 1994, point 3.55).
- **Rayonnement laser erratique:** rayonnement laser qui dévie d'un trajet défini du faisceau. Un tel rayonnement inclut les réflexions secondaires imprévues par des composants du trajet du faisceau, les rayonnements déviés par des composants désalignés ou endommagés et les réflexions par une pièce en cours de traitement (norme sur les appareils à laser EN 60825-1, 1994 point 3.27).
- **Utilisateurs:** les principaux utilisateurs d'appareils à laser de classes 3B et 4 sont les cabinets médicaux, les hôpitaux, les instituts de recherche et les entreprises industrielles et artisanales.

Objectif de protection

Les utilisateurs d'appareils à laser sont tenus d'appliquer les mesures requises afin que personne ne soit exposé à des rayonnments non autorisés, c'est-à-dire à un rayonnement laser dépassant l'exposition maximale permise (EMP) selon le tableau 6 de la norme sur les appareils à laser EN 60825-1, 1994.

Délimitation et surveillance de la zone nominale de risque oculaire (ZNRO)

On ne peut en général atteindre l'objectif de protection fixé qu'au moyen de mesures de délimitation physique de la ZNRO, de sa surveillance et de la restriction de l'accès aux seules personnes autorisées et portant l'équipement de protection adéquat. En cas d'incidents, les intervenants extérieurs (pompiers, secouristes, etc.) doivent toujours pouvoir accéder à la ZNRO sans courir de risque. Pour ce faire, on peut installer à l'entrée de la zone une boîte en verre plombée dans laquelle se trouvent une clef et un interrupteur d'arrêt d'urgence. Si l'accès à la ZNRO exige le port de lunettes de protection, son entrée doit être constituée d'un sas. Les parois latérales, les portes transparentes et les fenêtres doivent être couvertes d'un matériau approprié. Si l'on utilise des rideaux mobiles comme matériau d'obstruction, il faut que le mécanisme de fermeture soit relié au système de surveillance du laser. Le matériau choisi est jugé approprié lorsqu'il a été testé selon les normes EN 12254 et (ou) EN 60825-4. En l'absence de certificat, il est possible de procéder à une autocertification. Il suffit que le matériel remplisse les conditions requises pour le cas donné. Selon le résultat des tests effectués et de l'appréciation du risque, les matériaux peuvent satisfaire à l'objectif de protection du cas considéré, mais ne seraient pas autorisés pour d'autres applications; le matériel testé (par ex. des feuilles de protection ou des stores à lamelles en PVC) ne doit donc pas être remis à d'autres utilisateurs. La procédure de certification doit être consignée, avec mention de la date, du lieu et la signature du responsable des tests. Le certificat fait partie intégrante du concept obligatoire de sécurité et doit pouvoir être présenté à l'organe d'exécution de la sécurité au travail si ce dernier en fait la demande.

Principales exigences et mesures de sécurité

- **Etiquetage:** la zone nominale de risque oculaire et son accès doivent porter les mêmes indications que les appareils à laser qui s'y trouvent. «Des panneaux avertisseurs appropriés doivent être apposés sur les entrées des zones ou les enceintes de protection contenant des appareils à laser des classes 3B et 4» (norme sur les appareils à laser EN 60825-1, 1994, point 10.5: Panneaux avertisseurs et point 5.9: Plaques indicatrices pour les panneaux d'accès).
- **Pupitre de commande:** l'appareil à laser doit être monté et installé de manière à ce qu'on puisse toujours l'utiliser sans risque. Le pupitre de commande doit être installé de telle sorte que l'utilisateur ne soit pas mis en danger par le rayonnement laser.
- **Affichage du mode de fonctionnement:** si la situation exige de porter un équipement de protection individuelle, le mode de fonctionnement dangereux de l'appareil doit être indiqué avant l'entrée de la zone nominale de risque oculaire.
- **Trajet des faisceaux:** le trajet des faisceaux devrait toujours être protégé par une enceinte ou un blindage. La zone cible doit également être protégée de façon à minimiser la sortie de radiation diffuse. En raison du risque d'incendie, seules les structures installées à demeure sont autorisées pour les appareils à laser de classe 4. Le laser et tous les élements optiques doivent être sécurisés de telle manière qu'ils ne puissent pas être déplacés ou renversés accidentellement.
- **Eclairage:** un bon éclairage intérieur est nécessaire, car de nombreuses lunettes de protection laser provoquent aussi une grande atténuation dans le domaine spectral visible. Il convient d'installer un régulateur de luminosité afin d'avoir assez d'obscurité pour les travaux de réglage.
- **Voies de fuite:** L'aménagement de la zone nominale de risque oculaire doit permettre de quitter la zone sans difficulté. Les conduites d'eau, les lignes électriques et les circuits de mesure doivent passer par le haut. Les instruments ne faisant pas partie des accessoires des appareils à laser, surtout s'ils sont inflammables, doivent être entreposés hors de la zone nominale de risque oculaire.
- **Principales précautions à prendre:** selon le chap. 3 de la norme sur les appareils à laser EN 60825-1 (chapitre remplacé en 2004 par la norme CEI 60825-14, qui n'existe qu'en anglais):
- **Appareils à laser de la classe 3B:** Des lasers de la classe 3B représentent un danger potentiel si un faisceau direct ou des réflexions spéculaires sont observés par un œil non protégé (vision directe dans le faisceau). Pour éviter une vision directe du faisceau et pour maîtriser les réflexions spéculaires, il est recommandé de prendre les précautions suivantes.
  a) Le fonctionnement du laser ne devrait avoir lieu que dans une zone contrôlée.
  b) Il faudrait veiller à ce que les réflexions spéculaires intempestives ne se produisent pas.
  c) Le faisceau laser doit être limité, si possible, à la fin de son trajet utile, par un corps formé d'un matériau diffusant, d'une couleur et d'une réflectivité telles qu'il soit possible de régler la position du faisceau tout en réduisant au minimum les risques de réflexion.
  d) La protection oculaire est nécessaire s'il existe une possibilité d'observer le faisceau soit directement, soit par réflexion spéculaire, ou d'observer une réflexion diffuse qui n'est pas conforme aux conditions du point c).
  e) A l'entrée des zones devrait être affiché un panneau avertisseur laser normalisé. (Point 12.5.2)

– **Appareils à laser de la classe 4:** Les appareils à laser de la classe 4 peuvent produire des lésions à la fois par le faisceau direct ou ses réflexions spéculaires et par des réflexions diffuses. Ils représentent également un risque potentiel d'incendie. Afin de réduire ces risques au minimum, il faudrait appliquer les mesures suivantes, en complément de celles de 12.5.2.
  a) Les trajets des faisceaux devraient être protégés par une enceinte, chaque fois que c'est possible. L'accès au voisinage du laser pendant son fonctionnement devrait être limité aux personnes portant des protecteurs oculaires antilaser appropriés et des vêtements de protection.

     Il convient que les trajets des faisceaux évitent les zones de travail dans la mesure du possible et il convient de monter les longues portions des tubes à faisceaux de telle sorte que la dilatation thermique, les vibrations et autres sources de déplacement dans ces tubes n'affectent pas, de façon significative, l'alignement des composants de formation des faisceaux.
  b) Les lasers de la classe 4 devraient être commandés à distance, chaque fois que c'est possible en éliminant ainsi la nécessité de présence physique du personnel à proximité du laser.
  c) Un bon éclairage intérieur est important dans les zones où l'œil est protégé. Une couleur claire et diffusante de la surface des murs contribue à remplir cette condition.
  d) L'incendie, les aberrations induites thermiquement dans les composants optiques et la fusion ou la vaporisation de cibles solides conçues pour contenir le faisceau laser, constituent tous des risques potentiels induits par le rayonnement émis par des lasers de la classe 4. Il convient de prévoir un dispositif d'arrêt de faisceau adapté, de préférence sous la forme d'un bloc métallique convenablement refroidi ou d'une cible en graphite. Il est possible de manipuler de très fortes densités de puissance en absorbant le rayonnement au moyen de multiples réflexions, chaque surface réfléchissante étant inclinée d'un angle adéquat par rapport au rayonnement incident afin de répartir la puissance laser sur une large surface.
  e) Il peut être nécessaire de prendre des précautions spéciales pour empêcher les réflexions indésirables dans la partie invisible du spectre pour le rayonnement laser situé dans l'infrarouge lointain, et le faisceau et la zone d'impact devraient être entourés d'un matériau opaque pour la longueur d'onde du laser (même des surfaces métalliques mates peuvent devenir hautement spéculaires à la longueur d'onde du CO_2 de 10,6 µm).

     Chaque fois que c'est possible, il convient d'utiliser un blindage local pour réduire la portée du rayonnement réfléchi.

     Il convient de vérifier initialement et ensuite périodiquement l'alignement des composants optiques dans le trajet d'un rayonnement laser de la classe. (Point 12.5.3 EN 60825-1:2004)

Annexe 4
Liste de contrôle des points à vérifier lors des contrôles de sécurité périodiques

Les éléments indiqués ci-après vous permettront d'établir une liste de contrôle des points à vérifier lors des contrôles de sécurité périodiques.

- Etat de la zone nominale de risque oculaire:
  - délimitation
  - contrôle de l'accès
- Lampes indiquant l'état de fonction de l'appareil (rayonnement enclenché ou déclenché)
- Intégrité des fenêtres et portes en verre
- Fonction des arrêts d'urgence
- Fonction des circuits de contrôle
- Protections contre la haute tension
- Dispositifs d'arrêt de faisceau
- Protection du faisceau laser par une enceinte
- Aucun faisceau non blindé à hauteur des yeux
- Pas d'objets inutiles et (ou) réfléchissants
- Pas de liquides ou objets inflammables
- Pas de postes de travail non concernés par le projet
- Extincteurs
- Voies de fuite
- Sécurisation des obstacles pouvant faire trébucher
- Sécurisation des points dangereux pour la tête
- Sécurisation des mouvements relatifs (zones de coincement)
- Sécurisation des bouteilles de gaz
- Fonction du système d'aspiration des substances nocives

Annexe 5
Contrôles préventifs de la vue

Rayonnements ionisants et rayonnements non ionisants

Pour la protection contre les rayonnements nocifs (cf. art. 45 OPA), on opère une distinction entre rayonnements ionisants et rayonnements non ionisants.

Les rayonnements ionisants comprennent les rayons X et les radiations nucléaires. Les rayonnements non ionisants regroupent les ondes radioélectriques et les micro-ondes, les rayonnements infrarouge et ultraviolet, le smog électrique, les champs magnétiques et électromagnétiques et les rayonnements laser.

Risques inhérents au rayonnement laser

Toutes les sources ordinaires de rayonnement produisent un champ de rayonnement de dimensions étendues. Ce n'est pas le cas d'un appareil à laser, car son rayonnement est extrêmement concentré et possède une densité de puissance très élevée.

A proximité d'une source lumineuse ordinaire, nous sommes automatiquement exposés à une dose de rayonnement, alors qu'à proximité d'un laser, nous ne sommes irradiés que si nous entrons dans le faisceau concentré. L'effet nocif se manifeste immédiatement. Des conséquences tardives, dues à l'accumulation d'irradiations inaperçues, ne sont pas connues.

En cas d'utilisation d'appareils à laser de forte puissance (classes 3B et 4) dans les longueurs d'onde comprises entre 400 et 1400 nanomètres, le risque de lésion oculaire est particulièrement élevé parce que le cristallin focalise la lumière, déjà fortement concentrée, en un point sur la rétine et qu'une cellule rétinienne détruite ne se régénère pas.

Recommandation

Selon les spécialistes, la rétine est également soumise à un processus de vieillissement. Il n'est donc pas possible de distinguer, même sur le moment, si les problèmes visuels proviennent d'un vieillissement, d'une inflammation ou d'un contact avec un faisceau laser. Les examens préventifs de la vue s'avèrent donc contre-productifs puisque les détériorations constatées peuvent être attribuées par erreur à un contact avec un faisceau laser et non pas au processus de vieillissement.

La bonne attitude

- Faire faire un examen de contrôle chez un ophtalmologue tout de suite après un contact de l'œil avec un faisceau laser.
- Arrêter les contrôles préventifs de la vue.

Définition d'un accident

L'atteinte portée au corps humain est:
- soudaine
- dommageable
- inhabituelle
- involontaire
- due à une cause extérieure